Ueber den Einfluss der Bewegung auf das Wachsthum und die Virulenz der Mikroben.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen medicinischen Fakultät

der

Universität Rostock

vorgelegt von

Bernhard Schmidt
aus Bitterfeld.

München 1891.
Druck von R. Oldenbourg.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553619_0170

Ueber den Einfluss der Bewegung auf das Wachsthum und die Virulenz der Mikroben.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen medicinischen Fakultät

der

Universität Rostock

vorgelegt von

Bernhard Schmidt
aus Bitterfeld.

München 1891.
Druck von R. Oldenbourg.

Seinem theuren Vater

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

In der modernen öffentlichen Gesundheitspflege spielt die Frage nach der Selbstreinigung der Flüsse eine bedeutende Rolle. Die grossen Städte, die industriellen Orte entledigen sich ihrer Abgänge grösstentheils in die Flüsse hinein und erwarten von letzteren, dass sie das Eingeleitete nach und nach unschädlich machen. In der That besitzen die Wasserläufe, wie Niemand leugnen kann, jene Fähigkeit. Der blosse Augenschein lehrt, dass Flüsse, die an einer Stelle erheblichen Zugang von verunreinigtem Wasser hatten, nach einem kürzeren oder längeren Laufe wieder völlig rein erscheinen. Diese Fähigkeit, die der Selbstreinigung, wird bewirkt durch folgende Factoren:

1. Durch Verdünnung der Schmutzstoffe mit reinem Wasser, welches letztere als Wasser von Bächen und als Grundwasser mit dem Wasser des Flusses sich mengt;
2. Durch Ablagerung suspendirter Partikelchen als Schlamm;
3. Durch die Thätigkeit der Wasserpflanzen, welche gelöste organische Substanzen aufnehmen und verarbeiten;
4. Durch die Thätigkeit carnivorer Infusorien, welche suspendirte organische Materie aufnehmen;
5. Durch die Mikroparasiten, welche die Oxydation organischer Stoffe einleiten und sie selbst consumiren;

6. Durch die chemische Affinität gewisser Körper, durch welche aus gelösten schädlichen Substanzen unlösliche, aus dem Wasser sich abscheidende und dann unschädliche Verbindungen entstehen [1]).

Am stärksten tritt die Selbstreinigung hervor bei rasch fliessenden Wasserläufen, am meisten bei grossen Flüssen. So drängt sich schon von selbst der Gedanke auf, es werde die Bewegung ein sehr wichtiger, vielleicht der wichtigste aller reinigend wirkenden Factoren sein. Die Bewegung des Wassers kann aber nur auf die organischen Substanzen oder auf die Bacterien wirken. Die Wirkung der Bewegung auf beide ist für die Hygiene sehr belangreich, am belangreichsten aber jedenfalls die Wirkung auf Bacterien, weil unter diesen pathogene sich befinden können. Es ist jedenfalls wohl erklärlich, dass diese Frage, ob und event. welchen Einfluss die Bewegung des Wassers auf die Mikroben habe, vielfach erörtert wurde. Zahlreiche Untersuchungen sind angestellt, um diesen Einfluss genauer zu ermitteln, doch ist das Ergebnis kein übereinstimmendes zu nennen, wie nachfolgende Darstellung zeigen wird.

Die Versuche, die gemacht worden sind, um den Einfluss der Bewegung auf das Wachsthum der Mikroben nachzuweisen, betrafen theils Untersuchungen von Wasserläufen an zwei von einander entfernten Stellen auf die Anzahl der Keime, theils solche von künstlich in Bewegung gesetzten Quantitäten Wasser vor und nach der Bewegung.

In Betreff der ersteren fand Wolffhügel [2]): Im Berliner Leitungswasser hatten sich im Jahre 1884/85 die Mikroben von 90 auf 43 pro ccm nach 5 bis 8 stündigem Leitungslauf vermindert, während im Jahre 1885/86 unter ganz denselben Umständen das Verhältnis 180 : 177 pro ccm war. Ebenfalls mit Leitungswasser beschäftigte sich Breunig [3]); er constatirte im Trinkwasser von Kiel im Hauptsammelbassin 2786, an einem

1) Uffelmann, Handbuch der Hygiene. S. 78.

2) Tiemann und Gärtner, Wasseruntersuchung. S. 535 u. folg.

3) Bacteriologische Untersuchungen des Trinkwassers der Stadt Kiel im August und September 1888 von Breunig.

entlegenen Hahn 639 Keime pro ccm. Bei den Untersuchungen, die mit dem Wasser der Oder, Isar und Limmat vorgenommen wurden, constatirte man erhebliche Abnahme des Keimgehaltes der durch Einleitung von Schmutzstoffen verunreinigten Flüsse nach einem bestimmten Verlauf derselben.

Die Versuche der zweiten Art sind mannigfaltiger, ich berichte hier kurz darüber: Keinen oder nur geringen Einfluss constatirten Leone[1][2], ferner Miquel[1], der seine Versuche mit Flusswasser anstellte. Er fand in einem Kolben, der 24 Stunden lang 250 Stössen in der Minute ausgesetzt war, 71 000 Keime, in einem Controlkolben in der Ruhe 80 000. Tiemann und Gärtner[1] gingen in der Weise vor, dass sie erstens Kolben, die durch Gummipfropfen und Glasröhren mit der Aussenluft in Verbindung standen, mit Wasser füllten, und zweitens Kolben, mehr oder weniger mit Wasser gefüllt, oben zugeschmolzen. Beide wurden auf geeignete Weise an ein Wasserrad befestigt. Bei beiden Arten von Versuchen zeigten sich die Mikroorganismen unempfindlich gegen Bewegung. Einen ganz geringen Unterschied in der Anzahl der Keime bei Ruhe und Bewegung stellte ebenso wie Miquel auch Cramer[1] fest, er fand im Mittel aus acht Versuchen, bei denen er bacterienhaltiges Wasser 1/4 Stunde lang schüttelte, im geschüttelten 87, im nicht geschüttelten 80 Keime pro ccm.

Eine Vermehrung der Mikroben bei Bewegung wiesen nach: Alexis Horvath[3] und Hoppe-Seyler[3]: Letzterer meint, dass die Bewegung einen fördernden Einfluss auf Fermentträger und »Producenten« hervorbringt. Auch L. Tumas[3] fand, dass für einige niedere Mikroben Bewegung zur Entwickelung nothwendig sei. Speciell im Betreff von saccharomyces cerevisiae ermittelte E. C. Hansen[3][4], dass sie sich in Bierwürze beim Umrühren schneller vermehre als in Ruhe, während Hoppe-Seyler[4]

1) Nach Tiemann und Gärtner, Wasseruntersuchungen. S. 535 u. f.

2) Nach Arbeiten im Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. I. S. 464 u. f.

3) Horvath, Pflüger's Archiv. Bd. XVII. Arbeiten im Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. I. S. 464 u. f.

4) Flügge, Lehre von den Mikroorganismen. S. 423.

feststellte, dass mechanische Bewegung der Nährlösung gerade auf Hefe ungünstig einwirke in Bezug auf deren Gärthätigkeit. Wie Hansen für Hefe, wies H. Buchner[1]) für die Heubacillen nach, dass sie sich bei Bewegung schneller vermehren. Diesen Ergebnissen gegenüber erhielt bei seinen Versuchen eine Verminderung der Mikroben J. Reinke[1]); er constatirte einen hemmenden Einfluss der Bewegung auf das Wachsthum der Spaltpilze. Denselben Einfluss fand auch Pöhl[2]), der uns Zahlenangaben in Betreff seiner Resultate gibt. Er vertheilte bacterienhaltiges Wasser, in welchem er 4147 Bacterien pro ccm nachgewiesen, in zwei Flaschen, von denen er die eine mit einer Centrifuge in Verbindung brachte, dis andere 1 Stunde lang schüttelte. Das Resultat war, dass er in der ersten Flasche nach dieser Zeit 593 Colonien, in der zweiten 728 pro ccm nachweisen konnte. Bei einem zweiten Versuch hatte sich Wasser mit 25 588 Bacterien pro ccm nach einer Stunde in der Centrifuge auf 3692 Keime pro ccm vermindert. Frankland[2]) vermischte bacterienhaltiges Wasser mit Eisenschwamm in dem Verhältnis 50 : 5, und, während in dem ursprünglichen Wasser 609 Keime sich fanden, constatirte er jetzt nach einer Minute schütteln und ½ Stunde absetzen lassen, 28 Keime, nach 15 Minuten schütteln und ½ Stunde absetzen lassen, 63 Keime pro ccm.

Bei einem zweiten Versuch hat er Thierkohle mit bacterienhaltigem Wasser im Verhältnis 1 : 50 gemengt. Nach 15 Minuten schütteln und 5 stündigem absetzen lassen, hatten sich die anfänglich 8328 Keime auf 274 vermindert. Aehnliche Resultate erzielte er beim Schütteln mit Coaks, Holzkohle, Kalk.

Im Allgemeinen ist also in Anbetracht der Ergebnisse der Untersuchungen in Bezug auf Wasserläufe eine Abnahme der Mikroben bei Bewegung zu constatiren, während für die künstlich bewegten Mikroben sich nur in wenigen Fällen eine Verminderung, weit häufiger kein Einfluss oder eine Vermehrung

1) Reinke, Pflüger's Archiv. Bd. XXIII, und citirt in Arbeiten im Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. I. S. 464 u. f.

2) Nach Tiemann und Gärtner, Wasseruntersuchung. S. 535 u. f.

geltend macht, denn bei den Versuchen von Frankland kommt wohl hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, das Niederreissen der Bacterien durch die sich absetzende, fein vertheilte Materie zur Geltung, eine Untersuchung des niedergefallenen Schlammes würde jedenfalls ein anderes Resultat ergeben haben.

Ueber den Einfluss der Bewegung auf die Virulenz der Mikroben ist in der Literatur nur sehr wenig zu finden.

Emmerich[1]) berichtet über Versuche, welche er anstellte, indem er mit Isarwasser geschütteltes milzbrandiges Blut Thieren einimpfte, und bei denen er fand, dass die Virulenz vollständig geschwunden war. Hieraus schloss Emmerich, dass die Bewegung die Infectionsstoffe vernichte. Hierzu schreibt Uffelmann[2]), dass er bei ähnlichen Versuchen, die er im hygienischen Institut zu Rostock anstellte, constatiren musste, dass auch beim kräftigsten Schütteln ein mit Milzbrandbacillen versetztes Wasser toxisch blieb. Aehnlich den Versuchen von Emmerich beobachtete Buchner[3]) eine Abnahme der Virulenz der Milzbrandbacillen, wenn er sie ausserhalb des Thierkörpers in Nährsubstraten hinter einander züchtete, während er gleichzeitig durch Anwendung eines Schüttelapparates für sehr reichliche Luftzufuhr sorgte. Diese Impfungen sind von Frank[3]) wiederholt und auch bestätigt worden.

Hieraus ergibt sich, dass auch die Versuche über den Einfluss der Bewegung auf die Virulenz der Milzbrandbacillen nicht eindeutig sind, zumal da auch Buchner's Versuch von Koch[4]) widerlegt worden ist; letzterer wies nach, dass in dem Nährsubstrat, womit Buchner geimpft, nur sehr wenig Milzbrand-, wohl aber Heubacillen, die in biologischer und morphologischer Hinsicht den ersteren gleichen, gewesen seien, und dass infolge dessen beim Impfen mit einer kleineren Menge die Thiere nicht reagirten, während eine grössere Dosis den Tod derselben zur Folge hatte.

---

1) Emmerich, Vers. d. D. Vereins für öffentl. Ges. 1883.
2) Uffelmann, Handbuch der Hygiene. S. 432.
3) Flügge, Lehre von den Mikroorgnismen. S. 535.
4) Desgl., S. 191.

Diese noch theilweise Unklarheit über den Einfluss der Bewegung auf die Mikroben, die sogar sich direct widersprechenden Urtheile, z. B. über saccharomyces cerevisiae, legten es nahe, von Neuem Versuche nach dieser Richtung hin zu machen. Wenn ich auch nicht zu einem die ganze Materie erschöpfenden Resultate gekommen bin, so konnte ich doch bei den meisten zu Versuchen herangezogenen Mikroben einen sicheren Einfluss der Bewegung nachweisen.

Indem ich nun zur Mittheilung der Versuche selbst übergehe, sei es mir vorerst gestattet, auseinander zu setzen, in welcher Art und Weise ich dieselben vorgenommen habe.

Was die Art der Bewegung anbetrifft, so wurde dieselbe bewerkstelligt einmal durch einen Apparat und dann durch Schütteln mit der Hand. Als Schüttelapparat benutzte ich das als Taktzähler oder Metronom aus der Physik bekannte Instrument, an dessen Pendel ein kleines viereckiges Messingkästchen von 5 cm Länge, 2 cm Breite und ebensolcher Höhe befestigt ward, das durch einen Deckel verschlossen werden konnte. Durch ein Uhrwerk wurde das Pendel und damit auch der Kasten in Bewegung gesetzt. Das Kästchen selbst ist meist sterilisirt worden; doch da die Möglichkeit vorhanden war, dass sich nach den ersten Versuchen lösliche Kupfersalze in demselben gebildet haben konnten, schaltete ich es bald aus, und benutzte statt dessen einen kleinen Glaskolben von einer Gesammthöhe von 8 cm, dessen Kugelweite ca. 2 cm betrug, später einen solchen von 8 cm Höhe und 4 cm Kugelweite. Die beiden letzteren waren schräg an dem Pendel befestigt, bei einzelnen Versuchen sterilisirt, bei anderen nicht. Bei den Versuchen mit pathogenen Mikroben hatte ich die Oeffnungen der Glaskolben mit einem leichten Wattepfropf verschlossen, um ein Herausspritzen des Inhaltes zu vermeiden. Die Zahl der Bewegungen, die im Durchschnitt 80 bis 90, mehrere Male über 100 betrug, ist bei jedem Versuch angegeben.

Gegenüber den Versuchen mit dem Apparat, dessen Bewegungen sich infolge des mechanischen Uhrwerkes durch ihre Gleichmässigkeit auszeichneten, experimentirte ich auch in der

Weise, dass ich die Bewegung, wie schon oben gesagt, durch Schütteln mit der Hand hervorrief. Diese war, wie erklärlich, eine weit intensivere, aber auch unregelmässigere als die des Apparates. Als Gefässe benutzte ich theilweise die gewöhnlichen Reagenzgläser, theilweise Glaskolben von einer Gesammthöhe von 20 cm und einem Kugeldurchmesser von 10 cm. Dieselben waren ebenfalls beide entweder sterilisirt oder nicht. Verschlossen waren sie bei den Versuchen mit pathogenen Mikroben mit Watte, bei den Versuchen mit dem Kommabacillus der Cholera asiatica mit einem festen Gummipfropf.

Als Schüttelsubstanz benutzte ich in allen Fällen Wasser, und zwar entweder Leitungswasser der Rostocker Wasserleitung, wie ich's im Laboratorium erhielt, oder destillirtes Wasser, das ich aber dann in dem betreffenden Gefässe durch Kochen keimfrei machte. An Menge gebrauchte ich für das Metallkästchen so viel, dass der Boden desselben vollständig, ca. 5 mm hoch, bedeckt war, die kleineren Glaskolben des Apparates füllte ich etwa bis zu $^1/_4$ der Kugel, bei den pathogenen Mikroben nicht ganz so weit. Etwas mehr Wasser kam zur Verwendung bei den Versuchen, bei denen ich mit der Hand schüttelte, das Reagenzglas füllte ich 3 bis 4 cm hoch, die Kolben mit $^1/_3$ Kugelinhalt.

Vor dem Schütteln wurde dem Wasser gewöhnlich eine Platindrahtöse voll einer Reincultur der für den betreffenden Versuch zu benutzenden Bacterienart übermittelt. Nach $^1/_2$ stündigem Schütteln entnahm ich mit einer vorher sterilisirten Pipette einen Tropfen der Flüssigkeit, übertrug denselben auf Koch'sche Fleischinfuspeptongelatine und legte damit nach der von Esmarch angegebenen Weise eine Rollcultur an. Diese so fertig gestellten Rollculturen wurden der gewöhnlichen Temperatur des Laboratoriums ausgesetzt; dieselbe betrug im Durchschnitt 16 bis 19° C., nur an einigen Tagen, als die Aussenluft sich bedeutend abgekühlt hatte, musste geheizt werden, wodurch die Temperatur im Zimmer etwas über die angegebenen Grade hinausging. Meine Resultate stellte ich mir dadurch zusammen, dass ich die Culturen mehrere Tage lang alle 24 Stunden einer

genauen Untersuchung theils mit dem blossen Auge, theils mit dem Mikroskop unterzog, die Zahl der Colonien, soweit es möglich war, feststellte, den Beginn der etwaigen Verflüssigung derselben notirte, überhaupt die Wachsthumsverhältnisse der Culturen in Vergleich brachte zu den bis dahin bekannten Eigenschaften derselben, in nicht geschütteltem Zustande.

Ich begann meine Versuche mit dem Rostocker Leitungswasser, das ich der Wasserleitung des Laboratoriums entnahm. Ich legte von demselben zwei Rollculturen an, indem ich einen Tropfen sofort aus der Leitung auf Gelatine brachte, Nr. 1, ferner einen Tropfen, nachdem das Wasser in einem Glaskolben kräftig mit der Hand ½ Stunde lang geschüttelt worden war, Nr. 2. Am 1. Tage, also nach 24 Stunden, war in beiden nichts zu sehen, am 2. zeigten sich in beiden einzelne Colonien, zwischen denen man am 3. Tage einen geringen Unterschied in der Anzahl constatiren konnte. Am 4. zählte ich in Nr. 1 = 19 Colonien, in Nr. 2 = 13 Colonien; endlich am 6. Tage in Nr. 1 = 30 Colonien, in Nr. 2 = 15. Während also in den ersten Tagen ein Unterschied der beiden Culturen nicht bemerkbar war, zeigte sich in den folgenden im Wachsthum der Colonien des geschüttelten Wassers ein deutliches Zurückbleiben. Zur Controle unternahm ich einen Versuch 14 Tage später in derselben eben angegebenen Weise wieder mit Leitungswasser. Bemerken will ich, dass bei beiden Versuchen die betreffenden Glaskolben vorher sterilisirt und während des Schüttelns nicht verschlossen waren. Bei diesem zweiten Versuch legte ich noch besonderes Gewicht auf das Eintreten und die Art der Verflüssigung der Colonien.

Ich constatirte am 1. Tage in der Rollcultur mit dem nicht geschüttelten Wasser

Nr. 3 einzelne Colonien, in der mit dem geschüttelten Wasser

Nr. 4 auch einzelne nicht deutliche Colonien.

2. Tag: Nr. 3 einige grosse,

Nr. 4 einige bedeutend kleinere Colonien.

4. Tag zählte ich in Nr. 3 vier verflüssigende und zehn nicht verflüssigende,
4. Tag zählte ich in Nr. 4 nur vier nicht verflüssigende Colonien.

Am nächsten Tage hatte sich das Verhältnis nicht wesentlich geändert, ich hörte deshalb mit der Beobachtung auf. Demnach unterscheiden sich auch hier Nr. 3 von Nr. 4 sowohl an Zahl der gesammten Colonien, als auch in Anbetracht der verflüssigenden, am 4. Tage war von dem geschüttelten Wasser noch keine Colonie verflüssigt, ein hemmender Einfluss der Bewegung auf die Verflüssigung also augenscheinlich.

Zu den nächsten Untersuchungen gebrauchte ich eine bestimmte Art von Mikroben, die theils als Reinculturen in Gelatine, theils auf anderen Nährsubstraten gezüchtet worden waren.

Von nicht pathogenen Mikroben benutzte ich zuerst den Mikrococcus prodigiosus zu drei Versuchen. Bei Versuch a, der mit dem Apparat ausgeführt wurde, füllte ich das Kästchen in der oben Seite 253, angegebenen Weise mit einer Bouilloncultur von Mikrococcus prodigiosus, der Apparat machte 86 Pendelbewegungen in der Minute. Die nach einer halben Stunde mit einem Tropfen der Bouilloncultur hergestellte Rollcultur Nr. 5 zeigte am 1. Tage einzelne Colonien, am 2. war sie schon vollständig verflüssigt und geröthet, ein Einfluss des Schüttelns demnach nicht nachweisbar.

Bei Versuch b, den ich mit der Hand machte, wurde eine Oese voll einer auf Kartoffeln gezüchteten Cultur in destillirtes Wasser gebracht und im Reagenzglas geschüttelt. Die darauf angelegte Rollcultur Nr. 6 zeigte bis zum 3. Tage gar keine Colonien, während sie am 4. schon vollständig verflüssigt war. Dieser Einfluss des Schüttelns ist aber nur scheinbar. Die späte Verflüssigung erklärt sich aus der Aenderung der Temperatur, die sich plötzlich erniedrigt hatte. Nachdem am 3. Tage in dem Aufbewahrungszimmer geheizt worden war, war das Resultat ein dem bei a ganz gleiches. Trotzdem machte ich, um sicher zu

gehen, einen Controlversuch, nachdem die Temperatur wieder eine mittlere geworden war.

Der Versuch c wurde in eben der Weise angestellt wie b. Die Rollcultur Nr. 7 zeigte schon nach 24 Stunden eine leichte Verflüssigungszone um einzelne Colonien, am 2. Tage war sie vollständig verflüssigt und geröthet. Damit schien mir der Beweis erbracht, dass der Einfluss der Bewegung bei Versuch b nur ein scheinbarer gewesen, dass also weder das Schütteln mit der Hand noch mit dem Apparat eine wachsthumhemmende Wirkung auf diesen Mikrococcus ausgeübt hatte.

Zu meinen Versuchen benutzte ich noch zwei Mikroben, die verhältnismässig häufig im Wasser vorkommen, den Bacillus violaceus und Mikrococcus candicans.

Ganz unzweideutig waren die Ergebnisse, die ich mit dem Bacillus violaceus erhielt.

Ich nahm mit ihm zwei Versuche vor, indem ich a ein Reagenzglas mit Leitungswasser füllte, eine Reincultur des Bacillus zufügte und die Schüttelung mit der Hand vornahm, andererseits bei b auch den Apparat in Bewegung setzte, indem ich eins der Seite 252 genannten grösseren Kölbchen gebrauchte, das ebenfalls mit Leitungswasser gefüllt war. Der Apparat machte 108 Schwingungen in der Minute.

Die von a und b angelegten Rollculturen Nr. 8 und 9 zeigten im Laufe der Tage wesentliche Unterschiede. Während bei beiden am 1. Tage nichts beobachtet werden konnte, zeigte am 2. Tage Nr. 9 zahllose kleine Colonien, Nr. 8 nichts. Erst am 3. Tage, während bei Nr. 9 der Inhalt des Reagenzglases schon vollständig gebläut war, traten auch bei Nr. 8 einzelne kleine Colonien auf. Dieselben zeigten sich am 4. Tage bedeutend vermehrt und fielen jetzt durch ihre Grösse auf, während sich in Nr. 9 die einzelnen Colonien nicht mehr unterscheiden liessen.

Der Einfluss der Schüttelns mit der Hand ist hier nach meiner Meinung charakteristisch gegenüber dem mit dem Apparat. Die unter sonst gleichen Umständen vorgenommenen Versuche zeigten ein wesentliches Zurückbleiben von a hinter b resp. Nr. 8 hinter 9. Der Umstand, dass die Colonien bei Nr. 8 bedeutend grösser als bei 9 waren, ist wohl darauf zurück-

zuführen, dass die Colonien unter ungünstigeren Wachsthumsbedingungen stehen bei räumlich naher Aneinanderlagerung.

Mit Mikrococcus candicans stellte ich in genau derselben Weise wie mit Bacillus violaceus zwei Versuche, a und b, an. Aus dem mit der Hand geschüttelten Wasser erhielt ich Rollcultur Nr. 10, aus dem Apparat Nr. 11. Beide zeigten am 1. Tage einzelne Colonien, ein Unterschied derselben ist nicht bemerkbar; am 2. Tage waren beide Reagenzgläser vollständig damit bedeckt. Bis zum 4. Tage liess sich kein Unterschied der beiden nachweisen, ein Einfluss des Schüttelns auf das Wachsthum des Mikrococcus candicans ist demnach nicht ersichtlich.

Zu einem entscheidenden Resultate kam ich nicht bei Saccharomyces cerevisiae. Einem Kolben a mit Leitungswasser fügte ich etwas Hefe zu und schüttelte mit der Hand. Ferner löste ich etwas Hefe im Wasser eines Reagenzglases b, es sollte als Controlversuch dienen. Die Rollcultur Nr. 12 mit der geschüttelten Hefe, sowie die mit der ungeschüttelten Nr. 13 zeigten beide am 1. Tage nichts, am 2. nur vereinzelte Colonien, während dieselben am 3. Tage schon sehr zahlreich waren. Sie glichen sich vollständig und waren weder in Bezug auf Grösse noch Aussehen verschieden. Ich glaube nicht, dass man hier einen Einfluss der Bewegung bei Versuch a constatiren kann. Das Nichterscheinen der Colonien am 1. Tage war beiden Culturen eigen und ist wohl auf die Eigenthümlichkeit von Saccharomyces cerevisiae, inmitten von Nährgelatine nicht rasch zu wachsen, zurückzuführen.

Von den pathogenen Mikroben, die ich jetzt zu Untersuchungen heranzog, benutzte ich als ersten den Kommabacillus von Finkler-Prior, dessen Pathogenität allerdings streitig ist.

Ich machte drei Versuche mit ihm. Zu a benutzte ich den Schüttelapparat, und zwar das Metallkästchen, das ich mit destillirtem Wasser füllte, es machte in der Minute 82 Bewegungen. Die damit hergestellte Rollcultur Nr. 14 zeigte am 1. Tage nichts, am 2. waren Colonien zu erkennen, welche aber entschieden im Wachsthum zurück waren und noch nicht verflüssigten. Dieselben nahmen in den nächsten Tagen an Zahl zu.

Versuch b wurde ausgeführt mit der Hand, indem ein Reagenzglas mit destillirtem Wasser geschüttelt wurde. Auch diese Rollcultur Nr. 15 zeigte nach 24 Stunden nichts, erst am 3. Tage ziemlich zahlreiche Colonien. Auch hier ist die Entwickelung als verlangsamt zu bezeichnen. Dasselbe, wenn auch nicht so deutlich hervortretend, konnte ich beobachten bei Versuch c.

Er wurde mit dem Apparat ausgeführt, dieses Mal mit dem Seite 252 bezeichneten kleineren Glaskölbchen, das in der Minute 88 Bewegungen machte. Die Rollcultur Nr. 16 zeigte am 1. Tage zwar zahlreiche, aber meist kümmerliche Colonien, nur einzelne wenige von normaler Grösse, am 3. Tage erst Verflüssigung. Bei allen drei Versuchen konnte ich also constatiren, dass die Colonien nicht in der normalen Zeit erschienen waren resp. sich weiter entwickelten. Denn während der Finkler-Prior'sche Kommabacillus unter gewöhnlichen Umständen in 24 Stunden zu verflüssigen beginnt, trat es hier z. B. bei Versuch c erst am 3. Tage ein. Es zeigt die Bewegung auch hier wieder einen hemmenden Einfluss auf die Verflüssigung, wie ich sie schon für die Keime im Leitungswasser Seite 255 feststellte.

Zu weiteren Versuchen zog ich jetzt den Staphylococcus pyogenes heran. Interessant waren die Resultate bei Staphylococcus pyogenes citreus, die aus zwei Versuchen gewonnen wurden.

Bei beiden Versuchen bediente ich mich eines Reagenzglases mit destillirtem Wasser, denen je eine Oese von einer Reincultur zugefügt war. Beide Male schüttelte ich mit der Hand. Die Resultate waren folgende: Beim Versuch a, Rollcultur Nr. 17, konnte ich bis zum 6. Tage nichts entdecken, erst am zweitnächsten Tage zeigten sich einige wenige Colonien, die erst wiederum zwei Tage später verflüssigten. Diese Erscheinung war unbedingt auf das Schütteln zurückzuführen, da eine niedrigere Temperatur als sonst nicht vorhanden war, die Gelatine aber auch nicht als fehlerhaft angesehen werden konnte, da andere mit derselben Gelatine angelegte Culturen sich normal entwickelten; auch sonst waren keine Gründe vorhanden, die

für die Untauglichkeit der Reincultur, aus der ich den Staphylococcus entnommen, sprachen. Zur Sicherung nahm ich für meinen zweiten Versuch b, den ich 6 Tage später anstellte, von einer anderen Reincultur. Die Resultate waren für diese Rollcultur, Nr. 18, denen von Nr. 17 fast ganz gleich. Ich konnte innerhalb der ersten 5 Tage wiederum keine Colonien bemerken, erst am 6. einige wenige, die am folgenden Tage immer noch vereinzelt waren. Am 8. Tage zeigten sich zwar mehrere, aber noch keine einzige verflüssigende, erst am 9. Tage begann die Verflüssigung. Ich muss hinzufügen, dass die letzte Cultur vom 6. Tage an einer erhöhten Temperatur von ca. 20° C. durch Heizung des Zimmers ausgesetzt war.

Dieser zweite Versuch bestätigte also den ersten vollständig. Während normal die Verflüssigung bei Staphylococcus pyogenes citreus nach 24 Stunden beginnt, war dies bei Versuch a erst am 10., bei Versuch b am 9. Tage der Fall.

Als nächsten benutzte ich den Staphylococcus pyogenes aureus zu zwei Versuchen, die durch einen Zeitraum von 9 Tagen auseinander lagen. Beide Versuche führte ich mit destillirtem Wasser aus, dem ich beide Male aus verschiedenen Reinculturen eine Drahtöse voll zuführte. Bei Versuch a gebrauchte ich zum Schütteln den Apparat, und zwar das Metallkästchen, Bewegungen wurden von demselben in der Minute 86 ausgeführt.

An der Rollcultur Nr. 19 war am 1. Tage nichts deutlich zu sehen, am 2. waren viele Colonien zu erkennen, die sich am nächsten Tage noch vermehrt hatten. Das Wachsthum war also in diesem Falle ein unbeschränktes.

Bei dem Versuch b schüttelte ich im Reagenzglase mit der Hand. Die darauf angelegte Rollcultur Nr. 20 zeigte am 1. Tage wenige entwickelte Colonien, die sich aber in den nächsten beiden Tagen schnell vermehrten. Zusammenfassend muss ich für genannten Spaltpilz constatiren, dass keine Bewegung, selbst das starke Schütteln mit der Hand, im Stande ist, seine Entwickelung aufzuhalten.

Staphylococcus pyogenes albus wurde ebenfalls im Reagenzglase mit destillirtem Wasser mit der Hand geschüttelt. Die

Resultate dieses Versuches ähneln dem mit Staphylococcus pyogenes aureus. Ich fand in der Rollcultur Nr. 21 am ersten Tage nichts, am zweiten zahlreiche Colonien in allen Grössen, vorzüglich kleine, aber auch grosse, am 3. sehr zahlreiche in allen Grössen. Man kann daraus, dass die Colonien erst am 2. Tage erscheinen und dann besonders kleine auftreten, noch nicht mit Sicherheit auf eine Verlangsamung des Wachsthums schliessen.

Ich schloss meine Versuche, indem ich als letzte solche mit dem Bacillus des Typhus abdominalis, dem Kommabacillus der Cholera asiatica und dem Milzbrandbacillus ausführte. Da von ersteren beiden ganz bestimmt nachgewiesen worden ist, dass sie durch das Wasser verbreitet werden können, die Infectiosität aller drei aber allgemein bekannt ist, so ist es besonders wichtig, zu wissen, welchen Einfluss die Bewegung auf ihre Entwickelung und Virulenz ausübt. Während ich bezüglich des Wachsthums der drei genannten Bacillen zahlreiche Versuche machte, war es mir in Betreff ihrer Virulenz nur möglich, mit dem Milzbrandvirus einige Impfungen vorzunehmen. Die Typhusbacillen sind, wie bekannt, sehr wohl im Stande, eine Zeit lang in jeglichem Wasser zu leben und ihre Ansteckungsfähigkeit zu bewahren. Bei den Versuchen nun, die ich anstellte, um zu sehen, ob die Bewegung Einfluss auf ihre Lebensfähigkeit habe, stellte sich folgendes heraus: Beim ersten Versuch a, den ich mit destillirtem Wasser anstellte, benutzte ich den Apparat mit dem Metallkästchen, das in der Minute 86 Bewegungen machte. In der Rollcultur Nr. 22 fand ich in den ersten beiden Tagen nichts, erst am 3. zahlreiche Colonien, die am 4. an Zahl noch zugenommen hatten.

Beim zweiten Versuch b schüttelte ich destillirtes Wasser im Reagenzglas mit der Hand. Rollcultur Nr. 23 zeigte mir am 1. Tage unbestimmte, nicht deutlich zu erkennende Colonien, am 2. Tage einzelne kleine, die sich am 3. vermehrten, aber erst am 4. Tage sehr zahlreich waren.

Bei beiden Versuchen scheint mir die schüttelnde Bewegung gewirkt, aber verschieden gewirkt zu haben. Bei a, indem die Colonien erst sehr spät erscheinen, sich aber dann schnell

vermehren, bei b, indem zwar gleich am ersten Tage solche auftreten, die sich aber langsam vermehren, um am 4. Tage ungefähr in gleicher Menge wie bei a vorhanden zu sein.

Mit dem Kommabacillus der Cholera asiatica stellte ich zwei Versuche an, die durch einen Zeitraum von 8 Tagen getrennt waren In beiden Fällen benutzte ich einen der Seite 253 erwähnten Glaskolben, die zum Theil mit Leitungswasser gefüllt und mit einem Gummipfropfen verschlossen wurden. Ich schüttelte mit der Hand, wobei sich ergab:

Rollcultur Nr. 24, die zwei Tropfen des geschüttelten Wassers enthielt, am 1. Tage gar keine, am 2. nicht deutliche, am 3. Tage in grosser Zahl gewachsene Colonien, die aber noch von keinem Verflüssigungsrand umgeben sind. Am 4. Tage ist eine Verflüssigungszone um einzelne Colonien zu erkennen, aber erst am 6. Tage ist ein deutliches Grösserwerden dieser Zone bei den meisten Colonien bemerkbar.

Auch hier ist ein unbedingt hemmender Einfluss des Schüttelns zu bemerken, der noch mehr ins Gewicht fällt, da die Temperatur, in der die Rollcultur aufbewahrt wurde, nicht unter 19° C. herabging. Charakteristisch ist hier, wie schon mehrere Male erwähnt, das ganz langsame Fortschreiten der Verflüssigung.

Rollcultur Nr. 25, der ich auch zwei Tropfen zugefügt hatte, zeigte am 1. Tage zahlreiche Colonien, die vielleicht etwas kleiner waren, als sie bei einer Temperatur von 20° C. sein mussten. Am 2. Tage Beginn der Verflüssigung, die in den nächsten Tagen langsam fortschreitet.

Der hemmende Einfluss zeigt sich hier nur in der Langsamkeit der Verflüssigung.

Ich komme jetzt zu den Versuchen mit dem Milzbrandbacillus, die aber zum Theil zu widersprechenden Resultaten führten.

Den ersten Versuch a stellte ich so an, dass ich einem Reagenzglase mit destillirtem Wasser von einer Reincultur sporenhaltige Milzbrandbacillen zufügte und ½ Stunde mit der Hand schüttelte. Die darauf angelegte Rollcultur Nr. 26 zeigte

bis zum 7. Tage gar keine Colonien. Hier war also die Möglichkeit gegeben, dass das Schütteln die Wachsthumsfähigkeit der Milzbrandbacillen ganz vernichtet habe, zumal ich erwähnen muss, dass die Cultur vom 3. Tage an einer erhöhten Temperatur von 20° C. ausgesetzt war.

Den zweiten machte ich einige Tage später in derselben Weise; statt eine Rollcultur anzulegen, impfte ich eine weisse Maus, indem ich derselben mit einer steril gemachten Lanzette eine kleine Wunde oberhalb der Schwanzwurzel beibrachte, in die ich mit derselben Lanzette etwas von der geschüttelten Flüssigkeit hineingelangen liess. Einen Erfolg hatte ich nicht; die Maus war am 5. Tage noch gesund, nach welcher Zeit mir eine Infection nicht mehr möglich erschien.

Da in mir Zweifel aufstiegen, ob dieses Verschwinden der Virulenz des Milzbrandes allein auf das Schütteln zurückzuführen sei, nicht etwa auch auf die Untauglichkeit des ursprünglichen Materials, machte ich den nächsten Versuch mit dem Apparat, indem ich in eines der Seite 252 erwähnten grösseren Glaskölbchen Leitungswasser und eine Reincultur des zu a und b verwandten sporenhaltigen Milzbrandes brachte und durch den Apparat schütteln liess, derselbe machte in der Minute 116 Bewegungen. Mit diesem geschüttelten Wasser impfte ich eine Maus ganz in der bei Versuch b angegebenen Weise, legte aber zugleich auch eine Rollcultur Nr. 27 an. Die Maus war am anderen Tage todt und konnte ich im Blute derselben Milzbrandbacillen nachweisen. Die Rollcultur zeigte am 1. Tage nichts, am 2. vereinzelte Colonien, am 3. waren sie immer noch einzeln, erst am 5. sehr zahlreich.

Dieser Versuch zeigt, dass das schwache Schütteln mit dem Apparat auf die Virulenz des Milzbrandbacillus gar keinen Einfluss hat, dagegen das Wachsthum hindert, er beweist aber auch, dass die Reincultur, die ich bei Versuch a und b verwandt, vollständig lebensfähig war.

Das Nichterscheinen der Bacillen bei a und b musste durch weitere Versuche bestätigt werden, ehe ich endgültig mein Urtheil abgeben konnte. Ich verfuhr zu diesem Zweck, d, in ganz

derselben Weise wie bei a und b angegeben, nur mit dem Unterschied, dass ich aus dem geschüttelten Wasser neben der Rollcultur Nr. 28 zugleich auch eine Maus nach der bei b und c angegebenen Weise impfte. Der Erfolg war ein vollständig negativer, die Maus blieb gesund, und in der Cultur waren keine Colonien zu entdecken. Dieses Resultat bestätigte also das von a und b: Das Schütteln mit der Hand schien die Virulenz wie die Wachsthumsfähigkeit der Bacillen gänzlich vernichtet zu haben. Damit steht im wesentlichen Widerspruch ein weiterer Versuch e. Dem mit destillirtem Wasser gefüllten Reagenzglase fügte ich dies Mal eine Reincultur Milzbrandbacillen zu, und zwar in einer ganz bedeutend grösseren Menge, als es bei den früheren Versuchen der Fall gewesen. Ich fertigte dann genau, wie bei d angegeben, eine Rollcultur Nr. 29, jedoch mit zwei Tropfen des geschüttelten Wassers an und impfte eine Maus. Diese Maus war zwar am andern Morgen todt, doch konnte ich in zwei derselben entnommenen Blutstropfen keine Bacillen nachweisen, ebenso wenig in einem gefärbten Trockenpräparate, dessen Masse aus der Milz entnommen. Als endgültiger Beweis dafür, dass die Maus nicht an Milzbrand zu Grunde gegangen, diente mir der Umstand, dass eine aus der Leber der Maus in Gelatine angelegte Stichcultur gar kein Wachsthum zeigte. Die Rollcultur verhielt sich anders, sie zeigte zwar am 1. Tage nichts, jedoch am 2. sehr zahlreiche, typisch entwickelte Colonien.

Ein letzter Versuch f, den ich mit Milzbrand unternahm, gab wieder ein anderes Resultat. Ich schüttelte im Reagenzglase Leitungswasser, dem ich vermeintlich von einer Cultur sporenfreier Milzbrandbacillen zugefügt hatte, bei deren mikroskopischer Untersuchung ich aber Sporen constatirte, im übrigen verfuhr ich in derselben Weise, wie oben angegeben. Ich impfte dieses Mal eine graue Maus und legte zugleich auch eine Rollcultur Nr. 30 an. Die Maus war nach 30 Stunden todt, und ich fand auch in einem zu diesem Zwecke an der Schwanzwurzel entnommenen Tropfen Blut Milzbrandbacillen. In der Rollcultur zeigte sich das Wachsthum der Colonien entschieden verlangsamt.

Das Resultat, das ich dieses Mal mit der Impfung der Maus erzielte, steht also entschieden im Widerspruch mit dem bei b und d, ich glaube demnach doch nicht, obwohl die beiden eben genannten Versuche b und d dafür sprechen, dass das Schütteln mit der Hand im Stande ist, die Virulenz des Milzbrandes abzuschwächen. Dass es beim Apparat nicht geschieht, ist ohne Weiteres klar aus dem Versuche c. Dagegen ist der Einfluss beider Arten des Schüttelns auf das Wachsthum der Colonien ersichtlich, wie sich's beim Vergleich der einzelnen Versuche ergibt.

Auf Seite 263—265 füge ich einige Tabellen ein, in denen ich das Gesammtresultat in übersichtlicher Weise zusammengestellt habe. Tabelle I und II die nicht pathogenen und pathogenen Mikroben, von den letzteren getrennt unter Tabelle III die Resultate beim Milzbrand.

Wenn ich nun die Resultate zusammen betrachte, so finde ich, dass das Schütteln mit dem Apparat nur Einfluss zeigte auf den Kommabacillus von Finkler-Prior und in dem Fall c beim Milzbrand, dass es aber für die Virulenz des letzteren ganz ohne Bedeutung war. Das Schütteln mit der Hand ist für die meisten zu Versuchen gebrauchten Mikroben von Bedeutung: Die Wachsthumsfähigkeit wird fast ganz vernichtet bei Staphylococcus pyogenes citreus; bedeutend erniedrigt bei den im Leitungswasser enthaltenen Bacterien und beim Bacillus violaceus, während beim Bacillus typhus abdominalis ein Einfluss auf das Wachsthum der Colonien nicht deutlich ist. Die Virulenz des Milzbrandbacillus wird nach diesen Ergebnissen nicht beeinträchtigt.

Wenn ich nun das Resultat dieser Arbeit praktisch verwerthen soll, d. h. wenn ich ein Urtheil abgeben soll, welchen Werth die Bewegung des Wassers bei der Selbstreinigung der Flüsse hat, so muss ich erklären, dass derselbe wohl meist überschätzt worden ist. Kein Fluss hat ein derartiges Gefälle, dass eine solche Bewegung erzielt würde, wie ich sie mit der Hand erreichte, und nur hierbei konnte ich zu einigen positiven Resultaten kommen, und wenn wirklich einem grossen Wasserfalle

Tabelle I.

Name	Art der Bewegung	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	Bemerkungen
Leitungswasser								
Rollcultur Nr. 1	in Ruhe	—	einzelne Col.	noch vereinzelt	19 Colonien	—	30 Colonien	entschiedenes Zurückbleiben der Colonien des geschüttelten Wassers hinter den nicht geschüttelten. Hemmender Einfluss des Schüttelns auf Beginn der Verflüssigung.
» » 2	mit Hand	—	einzelne Col.	noch vereinzelt	13 Colonien	—	15 Colonien	
» » 3	in Ruhe	vereinz Col.	einzelne grosse Colonien	—	4 verflüssigende, 10 nicht verflüssigende Col.	—	—	
» » 4	mit Hand	einzelne, nicht deutliche Col.	einzelne kleine Colonien	—	4 nicht verflüssigende Col.	—	—	
Mikrococcus prodigiosus								
Rollcultur Nr. 5	mit Apparat	einzelne Col.	vollständig verflüssigt und geröthet	—	—	—	—	Einfluss der Bewegung nicht nachweisbar. Nr. 6 nur scheinbar wegen niedriger Temperatur.
» » 6	mit Hand	—	—	—	vollständig verflüssigt	—	—	
» » 7	mit Hand	einzelne Col. mit Verflüssigungszone	verflüssigt und geröthet	—	—	—	—	
Bacillus violaceus								
Rollcultur Nr. 8	mit Hand	—	—	einzelne kleine Colonien	viele Colonien	—	—	deutlich spätes Auftreten der Colonien des mit der Hand geschüttelten Wassers gegenüber dem Apparat.
» » 9	mit Apparat	—	zahllose kleine Colonien	Rollcultur ganz gebläut	—	—	—	
Mikrococcus candicans								
Rollcultur Nr. 10	mit Hand	einzelne Col.	zahllose Col.	—	—	—	—	kein Einfluss der Bewegung.
» » 11	mit Apparat	einzelne Col.	zahllose Col.	—	—	—	—	
Saccharomyces cerevisiae								
Rollcultur Nr. 12	mit Hand	—	vereinzelte Col.	zahlreiche Col.	—	—	—	kein Einfluss der Bewegung.
» » 13	in Ruhe	—	vereinzelte Col.	zahlreiche Col.	—	—	—	

Tabelle II.

Name	Art der Bewegung	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	Bemerkungen
Finkler-Prior'sche Kommabacillus Rollcultur Nr. 14	mit Apparat	—	einzelne Col., aber im Wachsthum zurück	zahlreiche Col.	—	—	—	nicht wesentlicher Einfluss des Schüttelns auf das Wachsthum der Colonien, aber hemmender Einfluss desselben auf Verflüssigung der Colonien.
» » 15	mit Hand	—	—	zahlreiche Col.	—	—	—	
» » 16	mit Apparat	zahlreiche kümmerlich entwickelte Col.	—	Verflüssigung	—	—	—	
Staphylococcus pyogenes citreus Rollcultur Nr. 17	mit Hand	—	—	—	—	—	—	am 8. Tage einzelne Col. am 10. Tage Verflüssig. bedeutend hemmender Einfluss der Bewegung.
» » 18	mit Hand	—	—	—		—	einzelne Col.	am 9. Tage Verflüssigung
Staphylococcus pyogenes aureus Rollcultur Nr. 19	mit Apparat	Col. nicht deutlich zu erkennen	zahlreiche Col.	sehr zahlreiche Colonien	—	—		kein Einfluss der Bewegung.
» » 20	mit Hand	wenig entwickelte Col.	zahlreiche Col.	sehr zahlreiche Colonien	—	—	—	
Staphylococcus pyogenes albus Rollcultur Nr. 21	mit Hand	—	zahlreiche Col.	sehr zahlreiche Colonien	—	—	—	Einfluss der Bewegung nicht deutlich.
Bacillus typhus abdominal. Rollcultur Nr. 22	mit Apparat	—	—	viele Colonien	sehr zahlr. Col.	—	—	Einfluss der Bewegung nicht deutlich.
» » 23	mit Hand	Colonien nicht bestimmt zu erkennen	einzelne kleine Colonien	mehrere Col.	sehr zahlreiche Colonien	—	—	
Kommabacillus der Cholera asiatica Rollcultur Nr. 24	mit Hand	—	Col. nicht deutlich zu erkennen	sehr zahlreiche Colonien	Beginn der Verflüssigung	—	Verflüssigung bei den meisten Col. deutlich	Einfluss der Bewegung deutlich, besonders hemmende Wirkung auf die Verflüssigung der Colonien.
» » 25	mit Hand	zahlreiche Col.	Beginn der Verflüssigung	—	—	—	—	

Tabelle III.

Name	Art der Bewegung	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	Bemerkungen
Bacillus Anthrac.								
a) Rollcultur Nr. 26	mit Hand	—			—			deutlich hemmender Einfluss auf das Wachsthum der Colonien beim Schütteln mit der Hand sowohl als auch mit dem Apparat nachweisbar. Die Virulenz wird beim Schütteln mit dem Apparat gar nicht beeinträchtigt, ein Resultat, das sich nach den letzten Ergebnissen auch beim Schütteln mit der Hand herausstellt.
b) Impfung . .	mit Hand		—	—	—	—	—	
c) Impfung . .	mit Apparat	Maus † Bacillus nachgewiesen	—	—		—		
Nr. 27 . . .	„	„	einzelne Colonien	einzelne Colonien		sehr zahlreiche Colonien		
d) Impfung . .	mit Hand			—		—	—	
Nr. 28 . . .	„		—			—		
e) Nr. 29 . . .	mit Hand		zahlreiche Colonien	—	—	—		
Impfung . .	„	Maus †, aber nicht am Milzbrand	—	—	—			
f) Nr. 30 . . .	mit Hand	einzelne deutlich zu erkennende Colonien	einzelne Colonien	—	zahlreiche Colonien		—	
Impfung . .	„		Maus † (nach 30 Stunden) Bacillen nachgewiesen		—			

eine gleich starke Bewegung zukommt, so ist die Dauer der Einwirkung auf die Mikroben zu gering, als dass man einen Einfluss auf deren Lebensfähigkeit annehmen dürfte. Eher kann man daran denken, dass der bedeutende Druck der Wassermenge im Stande ist, einzelne Mikroben zu tödten oder in ihrer Virulenz abzuschwächen, wie es z. B. von Chauveau[1]) für Milzbrandbacillen nachgewiesen ist, welcher zeigte, dass die Virulenz der Milzbrandbacillen durch ganz bedeutenden Druck abgeschwächt wurde.

Ist nun auch die Bewegung der Flüsse ein hygienisch bedeutsamer Factor, wie sich aus dem Vergleich eines fliessenden Wassers mit einem stagnirenden von selbst ergibt, so scheint sie mir doch nicht nach der Richtung zu wirken, dass durch sie die Mikroben vernichtet oder die virulenten avirulent würden. Deshalb darf man auch nicht hoffen, dass Schmutzstoffe, die so oft Träger pathogener Keime sind, wesentlich oder gar allein durch die Bewegung des fliessenden Wassers, in welches sie geleitet wurden, ihren offensiven Charakter verlieren. Unsere Wasserläufe, auch die schnell fliessenden, haben viel zu geringe Bewegung, als dass diese die pathogenen Mikroben, wie den Bacillus Typhus abdominalis, zu tödten vermöchte. Auch lehren ja Beobachtungen, dass Bäche mit typhös inficirtem Wasser noch nach 1 km Verlauf wirksame infectiöse Keime enthalten können.

Zum Schlusse meiner Arbeit spreche ich Herrn Professor Dr. Uffelmann, der mich veranlasste vorliegende Arbeit zu unternehmen, und mit dessen Rath und Hilfe sie auszuführen mir vergönnt war, meinen herzlichsten Dank aus.

1) Uffelmann, Jahresbericht der Hygiene. 1884. S. 112.

Literatur.

Arbeiten im kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. I.

Breunig, Bakteriologische Untersuchungen der Trinkwasser der Stadt Kiel. 1888.

Emmerich, Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege. 1883.

Eulenburg, Real-Encyklopädie, Bd. XVIII (Städtereinigung), Bd. XXI (Wasserversorgung).

Flügge, Lehre von den Mikroorganismen.

Pflügers Archiv Bd. XVII und XXIII.

Tiemann und Gärtner, Wasseruntersuchung.

Uffelmann, Handbuch der Hygiene.

Uffelmann, Jahresberichte der Hygiene.